

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-213263

(43)Date of publication of application : 31.07.2002

(51)Int.CI.

F02D 13/02
F01L 1/34
F01L 13/00
F02D 9/02
F02D 41/02
F02D 41/04
F02D 43/00

(21)Application number : 2001-012011

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 19.01.2001

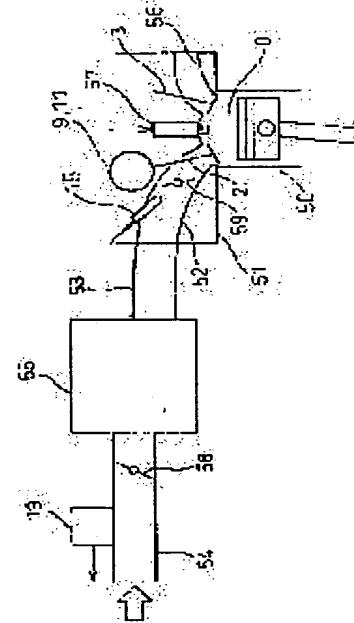
(72)Inventor : NAKASAKA YUKIHIRO
MOGI KAZUHISA

(54) CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To rapidly change an intake air amount during an engine transition operation needing to rapidly change the intake air amount to be introduced into a cylinder.

SOLUTION: Intake control valves 59 and 59' separate from an intake valve 2 are disposed in an intake port 52 or an intake manifold 53 in the vicinity of the intake valve 2. When a target intake air amount is equal to or less than a predetermined value, the openings of the valves 59 and 59' are reduced and the closing time of the intake valve 2 is advanced as compared with the case where the target intake air amount is larger than the predetermined value.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

[of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-213263

(P2002-213263A)

(43)公開日 平成14年7月31日(2002.7.31)

(51)Int.C1.7

F 02 D 13/02

識別記号

F I

テマコード(参考)

F 02 D 13/02

J 3G018

D 3G065

G 3G084

F 01 L 1/34

13/00 301

F 01 L 1/34

E 3G092

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L

13/00 301 U 3G301

(全18頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2001-12011(P2001-12011)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(22)出願日

平成13年1月19日(2001.1.19)

(72)発明者 中坂 幸博

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 茂木 和久

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外3名)

最終頁に続く

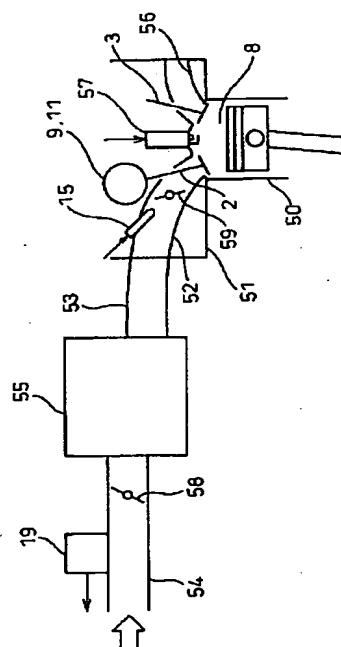
(54)【発明の名称】内燃機関の制御装置

(57)【要約】

【課題】 気筒内に吸入される吸入空気量を迅速に変更する必要がある機関過渡運転時に吸入空気量を迅速に変更する。

【解決手段】 吸気弁2の近くの吸気ポート52又は吸気マニホールド53内に吸気弁2とは別個の吸気制御弁59, 59'を配置し、目標吸入空気量が予め定められた吸入空気量以下のときには、目標吸入空気量がその予め定められた吸入空気量よりも多いときに比べ、吸気制御弁59, 59'の開度を減少させると共に吸気弁2の閉弁時期を進角させる。

図2



【特許請求の範囲】

【請求項1】 吸気弁のバルブ開特性を変更することにより、気筒内に吸入される吸入空気量を変更するようにした内燃機関の制御装置において、吸気弁の近くの機関吸気通路内に吸気弁とは別個の吸気制御弁を配置し、目標吸入空気量が予め定められた吸入空気量以下のときは、目標吸入空気量が前記予め定められた吸入空気量よりも多いときに比べ、吸気制御弁開度を減少させると共に吸気弁の閉弁時期を進角させることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】 吸気弁のバルブ開特性を変更することにより、気筒内に吸入される吸入空気量を変更するようにした内燃機関の制御装置において、機関吸気通路内にスロットル弁を配置し、吸気弁の近くの機関吸気通路内にスロットル弁及び吸気弁とは別個の吸気制御弁を配置し、目標吸入空気量が予め定められた吸入空気量以下のときは、目標吸入空気量が前記予め定められた吸入空気量よりも多いときに比べ、吸気制御弁開度を減少させると共に吸気弁の閉弁時期を進角させることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項3】 吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性を変更することにより、気筒内に吸入される吸入空気量を変更するようにした内燃機関の制御装置において、吸気弁の近くの機関吸気通路内に吸気弁とは別個の吸気制御弁を配置し、機関過渡運転時には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性と吸気制御弁開度とを共に変更することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項4】 機関過渡運転時には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性と吸気制御弁開度とを共に変更し、機関非過渡運転時には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性を変更し得るようになり、吸気制御弁開度を変更しないことを特徴とする請求項3に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項5】 吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性を変更することにより、気筒内に吸入される吸入空気量を変更するようにした内燃機関の制御装置において、吸気弁の近くの機関吸気通路内に吸気弁とは別個の吸気制御弁を配置し、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられる場合には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性と吸気制御弁開度とを共に変更することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項6】 気筒内に吸入される吸入空気量が増加するように吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられる場合には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられた後に吸気制御弁開度を変更することを特徴とする請求項5に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項7】 気筒内に吸入される吸入空気量が減少す

るよう吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられる場合には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられる前に吸気制御弁開度を変更することを特徴とする請求項5に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項8】 吸気弁の近くの吸気ポート内に前記吸気制御弁を配置したことを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項9】 吸気弁の近くの吸気マニホールド内に前記吸気制御弁を配置したことを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項10】 吸気弁の近くのシリンダヘッド内の機関吸気通路内に前記吸気制御弁を配置したことを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項11】 吸気弁の近くで下流側の機関吸気通路内に前記吸気制御弁を配置したことを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項12】 スロットル弁開度が減少せしめられていくときのポンプ損失の増加よりも、吸気制御弁開度が減少せしめられていくときのポンプ損失の増加が少なくなる程度に吸気弁から近い位置の機関吸気通路内に前記吸気制御弁を配置したことを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は内燃機関の制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、吸気弁のバルブ開特性を変更することにより、気筒内に吸入される吸入空気量を変更するようにした内燃機関の制御装置が知られている。この種の内燃機関の制御装置の例としては、例えば特開平11-117777号公報に記載されたものがある。特開平11-117777号公報に記載された内燃機関の制御装置では、例えば吸気弁のバルブリフト量を変更することにより、気筒内に吸入される吸入空気量が変更せしめられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、特開平11-117777号公報の図14には、吸気弁のバルブリフト量を減少させるに従って吸入空気量が減少する点が開示されているものの、現実には、吸気弁のバルブリフト量を減少させていくと、吸気弁のバルブリフト量のばらつきに対する吸入空気量の感度が大きくなるために、吸気弁のバルブリフト量と吸入空気量との関係は特開平11-117777号公報の図14に開示されているような関係にはならない。つまり、現実には、吸気弁のバルブリフト量が比較的小さいときには、吸気弁のバルブ

リフト量を制御することによって実際の吸入空気量を目標吸入空気量に一致させるのが困難になっている。一方で、特開平11-11777号公報には、このような問題点及びその解決方法について記載されていない。

【0004】また特開平11-11777号公報には、吸気弁のバルブ開特性を変更することにより、吸入空気量が変更される点が開示されている。ところが、吸気弁のバルブ開特性が変更される場合には、吸入空気量を変更するために吸気弁のバルブ開特性を変更すべき要求があつてから実際に吸気弁のバルブ開特性が変更されるまでにある程度の時間を要してしまう場合があった。従って、特開平11-11777号公報に記載された内燃機関の制御装置では、吸入空気量を迅速に変更する必要がある機関過渡運転時に、吸入空気量を要求通りに迅速に変更することができないおそれがあった。

【0005】また、吸気弁及び排気弁のバルブ開特性がエンジンのサイクル毎にステップ状に変更する場合等が考えられる。ところが、吸気弁及び排気弁のバルブ開特性がステップ状に変更されてしまうと、それに伴って吸入空気量が急激に変化し、トルクショックが発生してしまう。一方で、特開平11-11777号公報には、このような問題点及びその解決方法について記載されていない。

【0006】前記問題点に鑑み、本発明は気筒内に吸入される吸入空気量が比較的少ないとあっても実際の吸入空気量を目標吸入空気量に一致させることができる内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

【0007】更に本発明は気筒内に吸入される吸入空気量を迅速に変更する必要がある機関過渡運転時に吸入空気量を迅速に変更することができる内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

【0008】更に本発明は吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられるのに伴ってトルクショックが発生してしまうのを抑制することができる内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明によれば、吸気弁のバルブ開特性を変更することにより、気筒内に吸入される吸入空気量を変更するようにした内燃機関の制御装置において、吸気弁の近くの機関吸気通路内に吸気弁とは別個の吸気制御弁を配置し、目標吸入空気量が予め定められた吸入空気量以下のときには、目標吸入空気量が前記予め定められた吸入空気量よりも多いときに比べ、吸気制御弁開度を減少せしめると共に吸気弁の閉弁時期を進角させることを特徴とする内燃機関の制御装置が提供される。

【0010】請求項1に記載の内燃機関の制御装置では、吸気弁のバルブ開特性を変更して吸入空気量を減少させていくと吸気弁のバルブ開特性のばらつきに対する

吸入空気量の感度が大きくなり、その結果、吸気弁のバルブ開特性のみを制御することによっては実際の吸入空気量を目標吸入空気量に一致させることができ難くなるのに鑑み、目標吸入空気量が予め定められた吸入空気量以下のときには、特開平11-11777号公報に記載された内燃機関の制御装置のように吸気弁のバルブ開特性のみを制御するのではなく、目標吸入空気量がその予め定められた吸入空気量よりも多いときに比べ、吸気制御弁の開度が減少せしめられると共に吸気弁の閉弁時期が進角せしめられる。つまり、吸気弁の閉弁時期が進角せしめられることによって吸入空気量が減少せしめられるだけではなく、吸気制御弁の開度が減少せしめられることによっても吸入空気量が減少せしめられる。そのため、吸気弁のバルブ開特性のばらつきに対する吸入空気量の感度が大きくなるまで吸気弁の閉弁時期が進角されてしまうのが回避され、その結果、気筒内に吸入される吸入空気量が比較的少ないときであっても実際の吸入空気量を目標吸入空気量に一致させることができる。また、吸気制御弁が吸気弁の近くの機関吸気通路内に配置されているため、例えばスロットル弁のように吸気弁から比較的離れた位置に配置されている弁の開度が減少せしめられるのに伴ってポンプ損失が増加してしまう場合と異なり、吸気制御弁の開度が減少せしめられるのに伴うポンプ損失の増加が抑制される。

【0011】請求項2に記載の発明によれば、吸気弁のバルブ開特性を変更することにより、気筒内に吸入される吸入空気量を変更するようにした内燃機関の制御装置において、機関吸気通路内にスロットル弁を配置し、吸気弁の近くの機関吸気通路内にスロットル弁及び吸気弁とは別個の吸気制御弁を配置し、目標吸入空気量が予め定められた吸入空気量以下のときには、目標吸入空気量が前記予め定められた吸入空気量よりも多いときに比べ、吸気制御弁開度を減少せしめると共に吸気弁の閉弁時期を進角させることを特徴とする内燃機関の制御装置が提供される。

【0012】請求項2に記載の内燃機関の制御装置では、吸気弁のバルブ開特性を変更して吸入空気量を減少させていくと吸気弁のバルブ開特性のばらつきに対する吸入空気量の感度が大きくなり、その結果、吸気弁のバルブ開特性のみを制御することによっては実際の吸入空気量を目標吸入空気量に一致させることができ難くなるのに鑑み、目標吸入空気量が予め定められた吸入空気量以下のときには、特開平11-11777号公報に記載された内燃機関の制御装置のように吸気弁のバルブ開特性のみを制御するのではなく、目標吸入空気量がその予め定められた吸入空気量よりも多いときに比べ、吸気制御弁の開度が減少せしめられると共に吸気弁の閉弁時期が進角せしめられることによって吸入空気量が減少せしめられるだけではなく、吸気制御弁の開度が減少せしめられる

ことによっても吸入空気量が減少せしめられる。そのため、吸気弁のバルブ開特性のばらつきに対する吸入空気量の感度が大きくなるまで吸気弁の閉弁時期が進角されてしまうのが回避され、その結果、気筒内に吸入される吸入空気量が比較的少ないときであっても実際の吸入空気量を目標吸入空気量に一致させることができる。また、吸気制御弁が吸気弁の近くの機関吸気通路内にスロットル弁とは別個に配置されているため、吸気弁から比較的離れた位置に配置されているスロットル弁の開度が減少せしめられるのに伴ってポンプ損失が増加してしまう場合と異なり、吸気制御弁の開度が減少せしめられてもスロットル弁開度が減少せしめられなければポンプ損失はあまり増加しない。

【0013】請求項3に記載の発明によれば、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性を変更することにより、気筒内に吸入される吸入空気量を変更するようにした内燃機関の制御装置において、吸気弁の近くの機関吸気通路内に吸気弁とは別個の吸気制御弁を配置し、機関過渡運転時には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性と吸気制御弁開度とを共に変更することを特徴とする内燃機関の制御装置が提供される。

【0014】請求項4に記載の発明によれば、機関過渡運転時には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性と吸気制御弁開度とを共に変更し、機関非過渡運転時には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性を変更し得るようにし、吸気制御弁開度を変更しないことを特徴とする請求項3に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

【0015】請求項3及び4に記載の内燃機関の制御装置では、吸気弁のバルブ開特性が変更されるときには吸入空気量を変更するために吸気弁のバルブ開特性を変更すべき要求があつてから実際に吸気弁のバルブ開特性が変更されるまでにある程度の時間を要してしまう場合があり、その結果、吸入空気量を迅速に変更する必要がある機関過渡運転時に吸入空気量を要求通りに迅速に変更することが困難になるおそれが生ずるのに鑑み、機関過渡運転時には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性のみが変更されるのではなく、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性と吸気制御弁開度とが共に変更される。つまり、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性が変更せしめられることによって吸入空気量が変更せしめられるだけではなく、吸気制御弁開度が変更せしめられることによっても吸入空気量が変更せしめられる。そのため、気筒内に吸入される吸入空気量を迅速に変更する必要がある機関過渡運転時に、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性のみが変更せしめられる場合に比べ、吸入空気量を迅速に変更することができる。また、吸気制御弁が吸気弁の近くの機関吸気通路内に配置されているため、例えばスロットル弁のように吸気弁から比較的離れた位置に配置

されている弁の開度が減少せしめられるのに伴ってポンプ損失が増加してしまう場合と異なり、吸気制御弁の開度が減少せしめられるのに伴うポンプ損失の増加が抑制される。

【0016】請求項5に記載の発明によれば、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性を変更することにより、気筒内に吸入される吸入空気量を変更するようにした内燃機関の制御装置において、吸気弁の近くの機関吸気通路内に吸気弁とは別個の吸気制御弁を配置し、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられる場合には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性と吸気制御弁開度とを共に変更することを特徴とする内燃機関の制御装置が提供される。

【0017】請求項5に記載の内燃機関の制御装置では、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更されてしまうと、それに伴って吸入空気量が急激に変化し、トルクショックが発生してしまうのに鑑み、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられる場合には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性と吸気制御弁開度とが共に変更せしめられる。つまり、例えば吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更されるのに伴って吸入空気量が急激に増加し、トルクショックが発生しそうになる場合には、吸入空気量を減少させてトルクショックを相殺するように吸気制御弁開度が変更せしめられる。あるいは、例えば吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更されるのに伴って吸入空気量が急激に減少し、トルクショックが発生しそうになる場合には、吸入空気量を増加させてトルクショックを相殺するように吸気制御弁開度が変更せしめられる。そのため、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられるのに伴ってトルクショックが発生してしまうのを抑制することができる。また、吸気制御弁が吸気弁の近くの機関吸気通路内に配置されているため、例えばスロットル弁のように吸気弁から比較的離れた位置に配置されている弁の開度が減少せしめられるのに伴ってポンプ損失が増加してしまう場合と異なり、吸気制御弁の開度が減少せしめられるのに伴うポンプ損失の増加が抑制される。

【0018】請求項6に記載の発明によれば、気筒内に吸入される吸入空気量が増加するように吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられる場合には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられた後で吸気制御弁開度を変更することを特徴とする請求項5に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

【0019】請求項6に記載の内燃機関の制御装置では、気筒内に吸入される吸入空気量が増加するように吸

気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられる場合には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられた後に吸気制御弁開度が変更せしめられる。そのため、実際のトルクを目標トルクに近づけていくことができる。

【0020】請求項7に記載の発明によれば、気筒内に吸入される吸入空気量が減少するように吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられる場合には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられる前に吸気制御弁開度を変更することを特徴とする請求項5に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

【0021】請求項7に記載の内燃機関の制御装置では、気筒内に吸入される吸入空気量が減少するように吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられる場合には、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられる前に吸気制御弁開度が変更せしめられる。そのため、実際のトルクを目標トルクに予め近づけておくことができる。

【0022】請求項8に記載の発明によれば、吸気弁の近くの吸気ポート内に前記吸気制御弁を配置したことを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

【0023】請求項8に記載の内燃機関の制御装置では、吸気制御弁が吸気弁の近くの吸気ポート内に配置されているため、例えばスロットル弁のように吸気弁から比較的離れた位置に配置されている弁の開度が減少せしめられるのに伴ってポンプ損失が増加してしまう場合と異なり、吸気制御弁の開度が減少せしめられるのに伴うポンプ損失の増加が抑制される。

【0024】請求項9に記載の発明によれば、吸気弁の近くの吸気マニホールド内に前記吸気制御弁を配置したことを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

【0025】請求項9に記載の内燃機関の制御装置では、吸気制御弁が吸気弁の近くの吸気マニホールド内に配置されているため、例えばスロットル弁のように吸気弁から比較的離れた位置に配置されている弁の開度が減少せしめられるのに伴ってポンプ損失が増加してしまう場合と異なり、吸気制御弁の開度が減少せしめられるのに伴うポンプ損失の増加が抑制される。

【0026】請求項10に記載の発明によれば、吸気弁の近くのシリンダヘッド内の機関吸気通路内に前記吸気制御弁を配置したことを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

【0027】請求項10に記載の内燃機関の制御装置では、吸気制御弁が吸気弁の近くのシリンダヘッド内の機関吸気通路内に配置されているため、例えばスロットル

弁のように吸気弁から比較的離れた位置に配置されている弁の開度が減少せしめられるのに伴ってポンプ損失が増加してしまう場合と異なり、吸気制御弁の開度が減少せしめられるのに伴うポンプ損失の増加が抑制される。

【0028】請求項11に記載の発明によれば、吸気弁の近くであってサージタンクよりも下流側の機関吸気通路内に前記吸気制御弁を配置したことを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

10 【0029】請求項11に記載の内燃機関の制御装置では、吸気制御弁が吸気弁の近くであってサージタンクよりも下流側の機関吸気通路内に配置されているため、例えばスロットル弁のように吸気弁から比較的離れた位置に配置されている弁の開度が減少せしめられるのに伴ってポンプ損失が増加してしまう場合と異なり、吸気制御弁の開度が減少せしめられるのに伴うポンプ損失の増加が抑制される。

20 【0030】請求項12に記載の発明によれば、スロットル弁開度が減少せしめられていくときのポンプ損失の増加よりも、吸気制御弁開度が減少せしめられていくときのポンプ損失の増加が少なくなる程度に吸気弁から近い位置の機関吸気通路内に前記吸気制御弁を配置したことを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

30 【0031】請求項12に記載の内燃機関の制御装置では、スロットル弁開度が減少せしめられていくときのポンプ損失の増加よりも、吸気制御弁開度が減少せしめられていくときのポンプ損失の増加が少くなる程度に吸気弁から近い位置の機関吸気通路内に前記吸気制御弁が配置されている。そのため、スロットル弁のように吸気弁から比較的離れた位置に配置されている弁の開度が減少せしめられるのに伴ってポンプ損失が増加してしまう場合と異なり、吸気制御弁の開度が減少せしめられるのに伴うポンプ損失の増加が抑制される。つまり、吸気制御弁開度が減少せしめられるのに伴ってポンプ損失が増加してしまうのを抑制することができる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。

40 【0033】図1は本発明の内燃機関の制御装置の第一の実施形態の概略構成図、図2は図1に示した内燃機関の制御装置の吸気系等の詳細図、図3は図2に示した内燃機関の制御装置のシリンドラ付近の平面図である。図1～図3において、1は内燃機関、2は吸気弁、3は排気弁、4は吸気弁を開閉させるためのカム、5は排気弁を開閉させるためのカム、6は吸気弁用カム4を担持しているカムシャフト、7は排気弁用カム5を担持しているカムシャフトである。図4は図1に示した吸気弁用カム及びカムシャフトの詳細図である。図4に示すように、本実施形態のカム4のカムプロファイルは、カムシャフト

中心軸線の方向に変化している。つまり、本実施形態のカム4は、図4の左端のノーズ高さが右端のノーズ高さよりも大きくなっている。すなわち、本実施形態の吸気弁2のバルブリフト量は、バルブリフタがカム4の左端と接しているときよりも、バルブリフタがカム4の右端と接しているときの方が小さくなる。

【0034】図1～図3の説明に戻り、8は気筒内に形成された燃焼室、9はバルブリフト量を変更するために吸気弁2に対してカム4をカムシャフト中心軸線の方向に移動させるためのバルブリフト量変更装置である。つまり、バルブリフト量変更装置9を作動することにより、カム4の左端（図4）においてカム4とバルブリフタとを接触させたり、カム4の右端（図4）においてカム4とバルブリフタとを接触させたりすることができる。バルブリフト量変更装置9によって吸気弁2のバルブリフト量が変更されると、それに伴って、吸気弁2の開口面積が変更されることになる。本実施形態の吸気弁2では、バルブリフト量が増加されるに従って吸気弁2の開口面積が増加するようになっている。10はバルブリフト量変更装置9を駆動するためのドライバ、11は吸気弁2の開弁期間を変更することなく吸気弁の開閉タイミングをシフトさせるための開閉タイミングシフト装置である。つまり、開閉タイミングシフト装置11を作動することにより、吸気弁2の開閉タイミングを進角側にシフトさせたり、遅角側にシフトさせたりすることができる。12は開閉タイミングシフト装置11を作動するための油圧を制御するオイルコントロールバルブである。尚、本実施形態における可変動弁機構には、バルブリフト量変更装置9及び開閉タイミングシフト装置11の両者が含まれることになる。

【0035】13はクランクシャフト、14はオイルパン、15は燃料噴射弁、16は吸気弁2のバルブリフト量及び開閉タイミングシフト量を検出するためのセンサ、17は機関回転数を検出するためのセンサである。18は気筒内に吸入空気を供給する吸気管内の圧力を検出するための吸気管圧センサ、19はエアフローメータ、20は内燃機関冷却水の温度を検出するための冷却水温センサ、21は気筒内に供給される吸入空気の吸気管内における温度を検出するための吸入空気温センサ、22はECU（電子制御装置）である。50はシリンドラ、51はシリンドラヘッド、52は吸気ポート、53は吸気マニホールド、54は吸気管、55はサージタンク、56は排気管、57は点火栓、58はアクセルペダル開度とは無関係に開度が変更せしめられるスロットル弁である。59はシリンドラ50内に吸入される吸入空気量を制御するために吸気弁2の近くのシリンドラヘッド51内の吸気ポート52内に配置された吸気制御弁である。この吸気制御弁59は、吸気制御弁開度が減少せしめられていくときにポンプ損失があまり増加しない程度に吸気弁2の近くに配置されている。本実施形態では、図3に

示すように吸気制御弁59が二つの吸気ポート52のうちの一方に配置されているが、その代わりに、各吸気ポート52に吸気制御弁をそれぞれ配置することも可能である。また、吸気制御弁59を一方の吸気ポートに配置する場合、吸気制御弁59が配置される吸気ポートの断面積を、吸気制御弁59が配置されない吸気ポートの断面積よりも大きくすることが可能である。あるいは、吸気制御弁59が配置される吸気ポートの断面積を、吸気制御弁59が配置されない吸気ポートの断面積より小さくすることも可能である。尚、シリンドラ50内にスワールが形成されるように吸気制御弁59を配置することにより、燃焼を向上させることができる。

【0036】図5は図1に示したバルブリフト量変更装置等の詳細図である。図5において、30は吸気弁用カムシャフト6に連結された磁性体、31は磁性体30を左側に付勢するためのコイル、32は磁性体30を右側に付勢するための圧縮ばねである。コイル31に対する通電量が増加されるに従って、カム4及びカムシャフト6が左側に移動する量が増加し、吸気弁2のバルブリフト量が減少せしめられることになる。

【0037】図6はバルブリフト量変更装置が作動されるのに伴って吸気弁のバルブリフト量が変化する様子を示した図である。図6に示すように、コイル31に対する通電量が減少されるに従って、吸気弁2のバルブリフト量が増加せしめられる（実線→破線→一点鎖線）。また本実施形態では、バルブリフト量変更装置9が作動されるのに伴って、吸気弁2の開弁期間も変更せしめられる。つまり、吸気弁2の作用角も変更せしめられる。詳細には、吸気弁2のバルブリフト量が増加せしめられるに伴って、吸気弁2の作用角が増加せしめられる（実線→破線→一点鎖線）。更に本実施形態では、バルブリフト量変更装置9が作動されるのに伴って、吸気弁2のバルブリフト量がピークとなるタイミングも変更せしめられる。詳細には、吸気弁2のバルブリフト量が増加せしめられるに伴って、吸気弁2のバルブリフト量がピークとなるタイミングが遅角せしめられる（実線→破線→一点鎖線）。

【0038】図7は図1に示した開閉タイミングシフト装置等の詳細図である。図7において、40は吸気弁2の開閉タイミングを進角側にシフトさせるための進角側油路、41は吸気弁2の開閉タイミングを遅角側にシフトさせるための遅角側油路、42はオイルポンプである。進角側油路40内の油圧が増加されるに従い、吸気弁2の開閉タイミングが進角側にシフトせしめられる。つまり、クランクシャフト13に対するカムシャフト6の回転位相が進角せしめられる。一方、遅角側油路41の油圧が増加されるに従い、吸気弁2の開閉タイミングが遅角側にシフトせしめられる。つまり、クランクシャフト13に対するカムシャフト6の回転位相が遅角せしめられる。

【0039】図8は開閉タイミングシフト装置が作動されるのに伴って吸気弁の開閉タイミングがシフトする様子を示した図である。図8に示すように、進角側油路40内の油圧が増加されるに従って吸気弁2の開閉タイミングが進角側にシフトされる（実線→破線→一点鎖線）。このとき、吸気弁2の開弁期間は変更されない、つまり、吸気弁2が開弁している期間の長さは変更されない。

【0040】図2に示したように本実施形態の内燃機関の制御装置にはスロットル弁58が設けられているが、本実施形態の変形例では、スロットル弁58を排除することも可能である。この変形例によても、後述する本実施形態の効果とほぼ同様の効果を奏すことができる。図9は本実施形態の他の変形例の図2と同様の図である。図9において、図2に示した参考番号と同一の参考番号は、図2に示した部品又は部分と同一の部品又は部分を示している。59'はシリンダ50内に吸入される吸入空気量を制御するために吸気弁2の近くであってサージタンク55よりも下流側の吸気マニホールド53内に配置された吸気制御弁である。上述した第一の実施形態の吸気制御弁59と同様に、この吸気制御弁59'も、吸気制御弁開度が減少せしめられていくときにポンプ損失があまり増加しない程度に吸気弁2の近くに配置されている。尚、この変形例の異なる変形例でもスロットル弁58を排除することが可能である。スロットル弁58を排除した場合にも、図9に示した変形例とほぼ同様の効果を奏すことができる。

【0041】上述した第一の実施形態及びその変形例において、吸気弁2のバルブリフト量及び／又は作用角を減少させることによってシリンダ50内に吸入される吸入空気量を減少させることができるものの、吸気弁2のバルブリフト量及び／又は作用角をかなり小さい値まで減少させると、吸気弁2のバルブリフト量及び／又は作用角のばらつきに対する吸入空気量の感度が大きくなり、実際の吸入空気量を目標吸入空気量に一致させるのが困難になる。そこで本実施形態及びその変形例では、吸気制御弁59, 59'を用いて後述するような制御が行われる。

【0042】図10は第一の実施形態における吸気弁の開弁時期及び吸気制御弁開度と吸入空気量との関係を示した図である。図10に示すように、本実施形態では、吸入空気量を減少させるために吸気弁2の開弁時期が進角され続けるのではなく、吸入空気量を所定値A1まで減少させる場合には、吸気制御弁59, 59'の開度を全開に維持しつつ、吸気弁2の開弁時期が進角せしめられて吸気弁2の作用角が減少せしめられる。吸入空気量を所定量A1よりも更に減少させる場合には、吸気弁2の開弁時期が所定のタイミングに維持されつつ、吸気制御弁59, 59'の開度が減少せしめられる。

【0043】すなわち本実施形態によれば、目標吸入空

気量が予め定められた吸入空気量A1以下のときには、目標吸入空気量がその予め定められた吸入空気量A1よりも多いときに比べ、吸気制御弁59, 59'の開度が減少せしめられると共に吸気弁2の閉弁時期が進角せしめられる。つまり、吸気弁2の閉弁時期が進角せしめられることによって吸入空気量が減少せしめられるだけではなく、吸気制御弁59, 59'の開度が減少せしめられることによっても吸入空気量が減少せしめられる。そのため、吸気弁2のバルブ開特性のばらつきに対する吸入空気量の感度が大きくなるまで吸気弁2の閉弁時期が進角されてしまうのが回避され、その結果、シリンダ50内に吸入される吸入空気量が比較的少ないときであっても実際の吸入空気量を目標吸入空気量に一致させることができると。

【0044】図11は第一の実施形態の変形例における吸気弁の閉弁時期及び吸気制御弁開度と吸入空気量との関係を示した図である。図11に示すように、この変形例では、吸入空気量を所定値A2まで減少させる場合には、吸気制御弁59, 59'の開度を全開に維持しつつ、吸気弁2の閉弁時期が進角せしめられて吸気弁2の作用角が減少せしめられる。吸入空気量を所定値A2から所定値A1まで減少させる場合には、吸気弁2の閉弁時期が進角せしめられて吸気弁2の作用角が減少せしめられると共に、吸気制御弁59, 59'の開度が減少せしめられる。吸入空気量を所定量A1よりも更に減少させる場合には、吸気弁2の閉弁時期が所定のタイミングに維持されつつ、吸気制御弁59, 59'の開度が減少せしめられる。この変形例においても、図10に示した第一の実施形態とほぼ同様の効果を奏すことができる。

【0045】本実施形態及びその変形例では、図10及び図11に示したように吸気弁2の閉弁時期を進角させることによって吸入空気量を減少させているが、代わりに、吸気弁2のバルブリフト量を減少させることによって吸入空気量を減少させてもよく、また、排気弁3の閉弁時期を遅角させて吸気弁2及び排気弁3のバルブオーバラップ量を増加させることによって吸入空気量を減少させることも可能である。あるいは、それらを組み合わせることによって吸入空気量を減少させることも可能である。

【0046】以下、本発明の内燃機関の制御装置の第二の実施形態について説明する。本実施形態の構成は、後述する点を除き、上述した第一の実施形態の構成とほぼ同様である。また、本実施形態の変形例では、図9に示したように吸気制御弁59'を排気マニホールド53内に配置することも可能である。図12は第二の実施形態及びその変形例の吸入空気量制御方法を示したフローチャートである。このルーチンは所定時間間隔で実行される。図12に示すように、このルーチンが開始されると、まずステップ100においてセンサ17の出力値に

基づいて算出された機関回転数が読み込まれる。次いでステップ101では、例えばアクセルペダル（図示せず）の踏み込み量に基づいて算出された要求トルクが読み込まれる。次いでステップ102では要求トルクの変化率に基づいて機関過渡運転時であるか否かが判断される。ここでいう機関過渡運転時とは、運転者に急激なトルク変化を要求されている時であり、例えば要求トルクの変化率の絶対値がゼロでない所定値以上の時である。YESのときにはステップ103に進み、NOのときにはステップ111に進む。ステップ103では、吸気制御弁59, 59'が全開されているか否かが判断される。NOのときにはステップ104に進み、YESのときには吸気制御弁59, 59'の開度を増加させて吸入空気量を増加させることができないと判断し、ステップ110に進む。

【0047】ステップ104では、要求トルクの変化量が大きいか否かが判断される。YESのときにはステップ105に進み、NOのときにはステップ108に進む。図13は要求トルクと機関回転数との関係を示した図である。例えば変化前の要求トルクが領域A内の値であって変化後の要求トルクが領域B内の値であるときには、ステップ104において要求トルクの変化量が大きいと判断される。また、例えば変化前の要求トルクが領域B内の値であって変化後の要求トルクが領域A内の値であるときにも、ステップ104において要求トルクの変化量が大きいと判断される。一方、例えば変化前の要求トルクが領域A内の値であって変化後の要求トルクも領域A内の値であるときには、ステップ104において要求トルクの変化量が小さいと判断される。また、例えば変化前の要求トルクが領域B内の値であって変化後の要求トルクも領域B内の値であるときにも、ステップ104において要求トルクの変化量が小さいと判断される。

【0048】ステップ105では吸気制御弁59, 59'が後述するように制御され、次いでステップ106では吸気弁2が後述するように制御される。好適には、ステップ105及びステップ106は同時に実行される。図14は要求トルク変化量が大きいときの吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量と時間との関係を示した図である。図14において実線は本実施形態の吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量を示しており、破線は吸気制御弁がない場合の吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量を示している。図12及び図14に示すように、要求トルクの変化量が大きくステップ104においてYESと判断されるとき、つまり、要求される吸入空気量の変化量（例えば増加量）が多いときには、ステップ105において吸気制御弁59, 59'の開度が増加せしめられる。更にステップ106において吸気弁2の作用角が増加せしめられる。そのため、吸気制御弁がなく吸気制御弁開度が変更されな

い場合に比べ、吸入空気量を迅速に増加させることができる。

【0049】次いでステップ107では、実際の機関回転数及びトルクが目標機関回転数及びトルクに一致するように吸気弁2の作用角が制御される。

【0050】一方、ステップ108では吸気制御弁59, 59'が後述するように制御され、次いでステップ109では吸気弁2が後述するように制御される。好適には、ステップ108及びステップ109は同時に実行される。図15は要求トルク変化量が小さいときの吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量と時間との関係を示した図である。図15において実線は本実施形態の吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量を示しており、破線は吸気制御弁がない場合の吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量を示している。図12及び図15に示すように、要求トルクの変化量が小さくステップ104においてNOと判断されるとき、つまり、要求される吸入空気量の変化量（例えば増加量）が少ないとときには、ステップ108において吸気制御弁59, 59'の開度が一旦増加せしめられ、次いで減少せしめられる。更にステップ109において吸気弁2の作用角が増加せしめられる。つまり、ステップ108において吸気制御弁59, 59'の開度が増加せしめられるため、吸気制御弁がなく吸気制御弁開度が変更されない場合に比べ、吸入空気量を迅速に増加させることができる。また、ステップ108において吸気制御弁59, 59'の開度が増加せしめられた後に減少せしめられるため、吸入空気量が過剰に増加したり、オーバーシュートしたりするのを抑制することができる。

【0051】ステップ103において吸気制御弁59, 59'が全開されていると判断されたときには、吸気制御弁59, 59'の開度を更に増加させることができないため、ステップ110において吸気弁2の作用角が変更されて吸入空気量が変更せしめられる。またステップ102において機関非過渡運転時であると判断されたときには、ステップ111において吸気弁2の作用角が変更されて吸入空気量が変更せしめられ、吸気制御弁59, 59'の開度は変更せしめられない。

【0052】本実施形態及びその变形例によれば、ステップ102において機関過渡運転時であると判断されたときには、吸気弁2の作用角のみが変更されるのではなく、ステップ105又はステップ108において吸気制御弁59, 59'の開度が変更されると共に、ステップ106又はステップ109において吸気弁2の作用角が変更される。つまり、ステップ106又はステップ109において吸気弁2の作用角が変更せしめられることによって吸入空気量が変更せしめられるだけではなく、ステップ105又はステップ108において吸気制御弁59, 59'の開度が変更せしめされることによっても吸入空気量が変更せしめられる。そのため、シリング50

内に吸入される吸入空気量を迅速に変更する必要がある機関過渡運転時に、吸入空気量を迅速に変更することができる。

【0053】本実施形態及びその変形例では、図14及び図15に示したように吸気弁2の作用角を増加させることによって吸入空気量を増加させているが、代わりに、吸気弁2のバルブリフト量を増加させることによって吸入空気量を増加させてもよく、また、排気弁3の閉弁時期を進角させて吸気弁2及び排気弁3のバルブオーバラップ量を減少させることによって吸入空気量を増加させることも可能である。あるいは、それらを組み合わせることによって吸入空気量を増加させることも可能である。

【0054】また本実施形態及びその変形例では、要求トルクの変化量が小さいとき、図15に示したように吸気弁2の作用角の変更と吸気制御弁59, 59'の開度の変更がほぼ同時期に開始されているが、代わりに、吸気制御弁59, 59'の開度の変更を吸気弁2の作用角の変更よりも先に開始することも可能である。

【0055】更に、上述したように吸入空気量を制御すると共に、理論空燃比よりもリーンで燃焼するリーンバーンエンジンにおいては燃料噴射量を制御しておけば、実際のトルクを目標トルクに迅速に一致させることができる。

【0056】以下、本発明の内燃機関の制御装置の第三の実施形態について説明する。本実施形態の構成は、後述する点を除き、上述した第一の実施形態の構成とはほぼ同様である。また、本実施形態の変形例では、図9に示したように吸気制御弁59'を排気マニホールド53内に配置することも可能である。図16及び図17は第三の実施形態及びその変形例の吸入空気量制御方法を示したフローチャートである。図12に示した第二の実施形態と同様に、このルーチンは所定時間間隔で実行される。図16及び図17に示すように、このルーチンが開始されると、第二の実施形態と同様に、まずステップ100においてセンサ17の出力値に基づいて算出された機関回転数が読み込まれる。次いでステップ101では、第二の実施形態と同様に、例えばアクセルペダル（図示せず）の踏み込み量に基づいて算出された要求トルクが読み込まれる。次いでステップ102では、第二の実施形態と同様に、要求トルクの変化率に基づいて機関過渡運転時であるか否かが判断される。YESのときにはステップ200に進み、NOのときにはステップ111に進む。

【0057】ステップ200では、要求される吸気弁2の作用角が増加しているか否かが判断される。YESのときにはステップ103に進み、NOのときにはステップ201に進む。ステップ103では、第二の実施形態と同様に、吸気制御弁59, 59'が全開されているか否かが判断される。NOのときにはステップ104に進

み、YESのときには吸気制御弁59, 59'の開度を増加させて吸入空気量を増加させることができないと判断し、ステップ110に進む。

【0058】ステップ104では、第二の実施形態と同様に、要求トルクの変化量（詳細には、増加量）が大きいか否かが判断される。YESのときにはステップ105に進み、NOのときにはステップ108に進む。ステップ105では、第二の実施形態と同様に吸気制御弁59, 59'が制御され、次いでステップ106では、第二の実施形態と同様に吸気弁2が制御される。好適には、ステップ105及びステップ106は同時に実行される。次いでステップ107では、第二の実施形態と同様に、実際の機関回転数及びトルクが目標機関回転数及びトルクに一致するように吸気弁2の作用角が制御される。

【0059】一方、ステップ108では、第二の実施形態と同様に吸気制御弁59, 59'が制御され、次いでステップ109では、第二の実施形態と同様に吸気弁2が制御される。好適には、ステップ108及びステップ109は同時に実行される。ステップ103において吸気制御弁59, 59'が全開されていると判断されたときには、第二の実施形態と同様に、ステップ110において吸気弁2の作用角が変更されて吸入空気量が変更せしめられる。またステップ102において機関非過渡運転時であると判断されたときには、第二の実施形態と同様に、ステップ111において吸気弁2の作用角が変更されて吸入空気量が変更せしめられ、吸気制御弁59, 59'の開度は変更せしめられない。

【0060】ステップ201では、吸気制御弁59, 59'が全閉されているか否かが判断される。NOのときにはステップ202に進み、YESのときには吸気制御弁59, 59'の開度を減少させて吸入空気量を減少させることができないと判断し、ステップ110に進む。

【0061】ステップ202では、要求トルクの変化量（詳細には、減少量）が大きいか否かが判断される。YESのときにはステップ203に進み、NOのときにはステップ205に進む。ステップ203では吸気制御弁59, 59'が後述するように制御され、次いでステップ204では吸気弁2が後述するように制御される。好適には、ステップ203及びステップ204は同時に実行される。図18は要求トルク変化量（減少量）が大きいときの吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量と時間との関係を示した図である。図18において実線は本実施形態の吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量を示しており、破線は吸気制御弁がない場合の吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量を示している。図16～図18に示すように、要求トルクの変化量（減少量）が大きくステップ202においてYESと判断されるとき、つまり、要求される吸入空気量の減少量が多いときには、ステップ203において吸気制

御弁 59, 59' の開度が減少せしめられる。更にステップ 204において吸気弁 2 の作用角が減少せしめられる。そのため、吸気制御弁がなく吸気制御弁開度が変更されない場合に比べ、吸入空気量を迅速に減少させることができる。

【0062】一方、ステップ 205 では吸気制御弁 59, 59' が後述するように制御され、次いでステップ 206 では吸気弁 2 が後述するように制御される。好適には、ステップ 205 及びステップ 206 は同時に実行される。図 19 は要求トルク変化量（減少量）が小さいときの吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量と時間との関係を示した図である。図 19において実線は本実施形態の吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量を示しており、破線は吸気制御弁がない場合の吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量を示している。図 16、図 17 及び図 19 に示すように、要求トルクの変化量（減少量）が小さくステップ 202において NO と判断されるとき、つまり、要求される吸入空気量の減少量が少ないときには、ステップ 205において吸気制御弁 59, 59' の開度が一旦減少せしめられ、次いで増加せしめられる。更にステップ 206において吸気弁 2 の作用角が減少せしめられる。つまり、ステップ 205において吸気制御弁 59, 59' の開度が減少せしめられるため、吸気制御弁がなく吸気制御弁開度が変更されない場合に比べ、吸入空気量を迅速に減少させることができる。また、ステップ 205において吸気制御弁 59, 59' の開度が減少せしめられた後に増加せしめられるため、吸入空気量が過剰に減少したり、オーバーシュートしたりするのを抑制することができる。

【0063】本実施形態及びその変形例によれば、第二の実施形態及びその変形例とほぼ同様の効果を奏することができる。また本実施形態及びその変形例では、図 18 及び図 19 に示したように吸気弁 2 の作用角を減少させることによって吸入空気量を減少させているが、代わりに、吸気弁 2 のバルブリフト量を減少させることによって吸入空気量を減少させてもよく、また、排気弁 3 の閉弁時期を遅角させて吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバラップ量を増加させることによって吸入空気量を減少させることも可能である。あるいは、それらを組み合わせることによって吸入空気量を減少させることも可能である。

【0064】また本実施形態及びその変形例では、要求トルクの変化量が小さいとき、図 19 に示したように吸気弁 2 の作用角の変更と吸気制御弁 59, 59' の開度の変更がほぼ同時期に開始されているが、代わりに、吸気制御弁 59, 59' の開度の変更を吸気弁 2 の作用角の変更よりも先に開始することも可能である。

【0065】更に、上述した吸入空気量の制御に先立つて燃料噴射量を制御しておけば、実際のトルクを目標トルクに迅速に一致させることができる。

【0066】以下、本発明の内燃機関の制御装置の第四の実施形態について説明する。本実施形態の構成は、後述する点を除き、上述した第一の実施形態の構成とほぼ同様である。また、本実施形態の変形例では、図 9 に示したように吸気制御弁 59' を排気マニホールド 53 内に配置することも可能である。上述した実施形態及びそれらの変形例では、吸気弁 2 のバルブ開特性（図 6 参照）が連続的に変更せしめられたが、本実施形態及びその変形例では、吸気弁 2 のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられる。つまり、吸気弁 2 のバルブ開特性が、例えば図 6 に実線で示したものから破線で示したものにステップ状に変更せしめられる。このように吸気弁 2 のバルブ開特性をステップ状に切換えるために、本実施形態及びその変形例ではバルブリフト量変更装置 9 がステップ状に作動されるが、他の変形例では、例えば図 6 の実線、破線及び一点鎖線で示すバルブ開特性を備えた別個の吸気弁駆動用カム（図示せず）を設け、それらを切換えて使用することも可能である。

【0067】図 20 は第四の実施形態及びその変形例の吸入空気量制御方法を示したフローチャートである。このルーチンは所定時間間隔で実行される。図 20 に示すように、このルーチンが開始されると、まずステップ 10において、第二の実施形態と同様に、センサ 17 の出力値に基づいて算出された機関回転数が読み込まれる。次いでステップ 101 では、第二の実施形態と同様に、例えばアクセルペダル（図示せず）の踏み込み量に基づいて算出された要求トルクが読み込まれる。次いでステップ 300 では、吸気弁 2 の作用角を切換える要求が有るか否かが判断される。つまり、例えば図 6 に実線で示す吸気弁のバルブ開特性から破線で示す吸気弁のバルブ開特性への変更要求があるか否かが判断される。YES のときにはステップ 301 に進み、NO のときにはこのルーチンを終了する。ステップ 301 では、要求される作用角が以前よりも増加しているか否かが判断される。YES のとき、つまり、例えば要求される吸気弁 2 のバルブ開特性が、図 6 に実線で示すものから破線で示すものに変化するときには、ステップ 302 に進む。一方、NO のとき、つまり、例えば要求される吸気弁 2 のバルブ開特性が、図 6 に破線で示すものから実線で示すものに変化するときには、ステップ 304 に進む。

【0068】ステップ 302 では吸気制御弁 59, 59' が後述するように制御され、次いでステップ 303 では吸気弁 2 が後述するように制御される。図 21 は要求される作用角が増加するときの吸気弁駆動用カム、吸気制御弁開度及び吸入空気量と時間との関係を示した図である。図 21において実線は本実施形態の吸気弁駆動用カム、吸気制御弁開度及び吸入空気量を示しており、破線は吸気制御弁がない場合の吸気弁駆動用カム、吸気制御弁開度及び吸入空気量を示している。図 20 及び図 21 に示すように、要求される作用角が増加しステップ

301においてYESと判断されるとき、つまり、例えば吸気弁2のバルブ開特性を図6に実線で示すものから破線で示すものにステップ状に切換えるべき要求があるときには、ステップ302において吸気制御弁59, 59'の開度が一旦ステップ状に減少せしめられ、次いで徐々に増加せしめられる。更にステップ303では、ステップ302において吸気制御弁59, 59'の開度が一旦ステップ状に減少せしめられるのと同時に吸気弁駆動用カムが小カムから大カムに切換えられる。つまり、吸気弁2のバルブ開特性がステップ状に切換えられる。すなわち本実施形態では、吸気弁2の作用角がステップ状に増加せしめられるときに、吸気制御弁59, 59'の開度が一旦ステップ状に減少せしめられ、次いで徐々に増加せしめられるため、吸気制御弁がなく吸気制御弁開度が変更されない場合のように吸入空気量が急激に増加してしまい(図21中の破線)、トルクショックが発生してしまうのを抑制することができる。

【0069】一方、ステップ304では吸気制御弁59, 59'が後述するように制御され、次いでステップ305では吸気弁2が後述するように制御される。図22は要求される作用角が減少するときの吸気弁駆動用カム、吸気制御弁開度及び吸入空気量と時間との関係を示した図である。図22において実線は本実施形態の吸気弁駆動用カム、吸気制御弁開度及び吸入空気量を示しており、破線は吸気制御弁がない場合の吸気弁駆動用カム、吸気制御弁開度及び吸入空気量を示している。図20及び図22に示すように、要求される作用角が減少しステップ301においてNOと判断されるとき、つまり、例えば吸気弁2のバルブ開特性を図6に破線で示すものから実線で示すものにステップ状に切換えるべき要求があるときには、ステップ304において吸気制御弁59, 59'の開度が一旦徐々に減少せしめられ、次いでステップ状に増加せしめられる。更にステップ305では、ステップ304において吸気制御弁59, 59'の開度がステップ状に増加せしめられるのと同時に、吸気弁駆動用カムが大カムから小カムに切換えられる。つまり、吸気弁2のバルブ開特性がステップ状に切換えられる。すなわち本実施形態では、吸気弁2の作用角がステップ状に減少せしめられる場合には、まず吸気制御弁59, 59'の開度が一旦徐々に減少せしめられ、次いで吸気弁2の作用角がステップ状に減少せしめられるのと同時に吸気制御弁59, 59'の開度がステップ状に増加せしめられるため、吸気制御弁がなく吸気制御弁開度が変更されない場合のように吸入空気量が急激に減少してしまい(図22中の破線)、トルクショックが発生してしまうのを抑制することができる。

【0070】本実施形態及びその変形例によれば、吸気弁2のバルブ開特性をステップ状に変更する要求があるとステップ300において判断された場合には、ステップ303又はステップ305において吸気弁2のバルブ

開特性が変更せしめられると共に、ステップ302又はステップ304において吸気制御弁59, 59'の開度が変更せしめられる。つまり、例えば吸気弁2のバルブ開特性がステップ状に変更されるのに伴って吸入空気量が急激に増加し、トルクショックが発生しそうになる場合には、ステップ302において吸入空気量を減少させてトルクショックを相殺するように吸気制御弁59, 59'の開度が変更せしめられる。あるいは、例えば吸気弁2のバルブ開特性がステップ状に変更されるのに伴って吸入空気量が急激に減少し、トルクショックが発生しそうになる場合には、ステップ304において吸入空気量を増加させてトルクショックを相殺するように吸気制御弁59, 59'の開度が変更せしめられる。そのため、吸気弁2のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられるのに伴ってトルクショックが発生してしまうのを抑制することができる。

【0071】本実施形態及びその変形例では、図21及び図22に示したように吸気弁駆動用カムを切換えることによって吸入空気量を増加させているが、代わりに、20排気弁駆動用カムを切換えて吸気弁2及び排気弁3のバルブオーバラップ量を減少させることによって吸入空気量を増加させることも可能である。あるいは、それらを組み合わせることによって吸入空気量を増加させることも可能である。

【0072】尚、上述した実施形態では、バルブリフト量変更装置9によって吸気弁の開口面積、開弁タイミング、閉弁タイミングが変更されているが、他の実施形態では、例えば電磁駆動装置によって吸気弁又は排気弁の開口面積、開弁タイミング、閉弁タイミングを変更することも可能である。

【0073】

【発明の効果】請求項1及び2に記載の発明によれば、吸気弁のバルブ開特性のはらつきに対する吸入空気量の感度が大きくなるまで吸気弁の閉弁時期が進角されてしまうのが回避され、その結果、気筒内に吸入される吸入空気量が比較的少ないときであっても実際の吸入空気量を目標吸入空気量に一致させることができる。また、例えばスロットル弁のように吸気弁から比較的離れた位置に配置されている弁の開度が減少せしめられるのに伴ってポンプ損失が増加してしまう場合と異なり、吸気制御弁の開度が減少せしめられるのに伴うポンプ損失の増加が抑制される。

【0074】請求項3及び4に記載の発明によれば、気筒内に吸入される吸入空気量を迅速に変更する必要がある機関過渡運転時に、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性のみが変更せしめられる場合に比べ、吸入空気量を迅速に変更することができる。

【0075】請求項5に記載の発明によれば、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブ開特性がステップ状に変更せしめられるのに伴ってトルクショックが発生し

てしまうのを抑制することができる。

【0076】請求項6に記載の発明によれば、実際のトルクを目標トルクに近づけていくことができる。

【0077】請求項7に記載の発明によれば、実際のトルクを目標トルクに予め近づけておくことができる。

【0078】請求項8～12に記載の発明によれば、吸気制御弁開度が減少せしめられるのに伴ってポンプ損失が増加してしまうのを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の内燃機関の制御装置の第一の実施形態の概略構成図である。

【図2】図1に示した内燃機関の制御装置の吸気系等の詳細図である。

【図3】図2に示した内燃機関の制御装置のシリンダ付近の平面図である。

【図4】図1に示した吸気弁用カム及びカムシャフトの詳細図である。

【図5】図1に示したバルブリフト量変更装置等の詳細図である。

【図6】バルブリフト量変更装置が作動されるのに伴って吸気弁のバルブリフト量が変化する様子を示した図である。

【図7】図1に示した開閉タイミングシフト装置等の詳細図である。

【図8】開閉タイミングシフト装置が作動されるのに伴って吸気弁の開閉タイミングがシフトする様子を示した図である。

【図9】第一の実施形態の他の変形例の図2と同様の図である。

【図10】第一の実施形態における吸気弁の閉弁時期及び吸気制御弁開度と吸入空気量との関係を示した図である。

【図11】第一の実施形態の変形例における吸気弁の閉弁時期及び吸気制御弁開度と吸入空気量との関係を示した図である。

【図12】第二の実施形態及びその変形例の吸入空気量制御方法を示したフローチャートである。

【図13】要求トルクと機関回転数との関係を示した図である。

【図14】要求トルク変化量が大きいときの吸気弁の作

10

用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量と時間との関係を示した図である。

【図15】要求トルク変化量が小さいときの吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量と時間との関係を示した図である。

【図16】第三の実施形態及びその変形例の吸入空気量制御方法を示したフローチャートである。

【図17】第三の実施形態及びその変形例の吸入空気量制御方法を示したフローチャートである。

【図18】要求トルク変化量（減少量）が大きいときの吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量と時間との関係を示した図である。

【図19】要求トルク変化量（減少量）が小さいときの吸気弁の作用角、吸気制御弁開度及び吸入空気量と時間との関係を示した図である。

【図20】第四の実施形態及びその変形例の吸入空気量制御方法を示したフローチャートである。

【図21】要求される作用角が増加するときの吸気弁駆動用カム、吸気制御弁開度及び吸入空気量と時間との関係を示した図である。

【図22】要求される作用角が減少するときの吸気弁駆動用カム、吸気制御弁開度及び吸入空気量と時間との関係を示した図である。

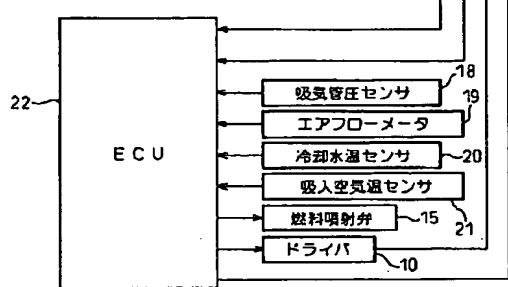
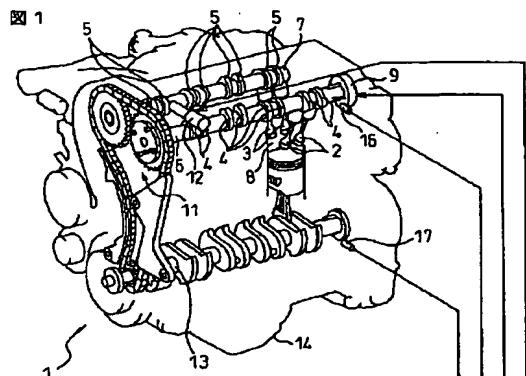
【符号の説明】

- 1 … 内燃機関
- 2 … 吸気弁
- 3 … 排気弁
- 4, 5 … カム
- 6, 7 … カムシャフト
- 8 … 気筒内の燃焼室
- 9 … バルブリフト量変更装置
- 11 … 開閉タイミングシフト装置
- 18 … 吸気管圧センサ
- 19 … エアフローメータ
- 51 … シリンダヘッド
- 52 … 吸気ポート
- 53 … 吸気マニホールド
- 55 … サージタンク
- 58 … スロットル弁
- 59, 59' … 吸気制御弁

30

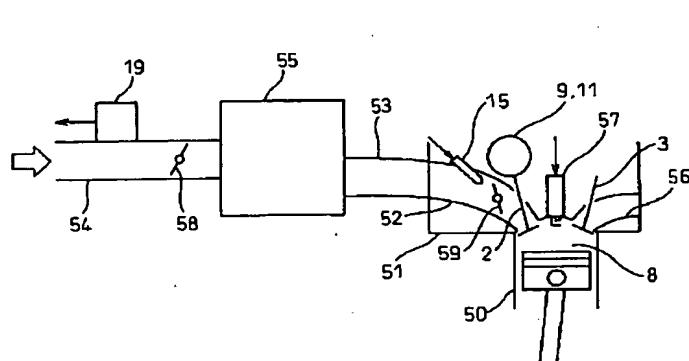
40

【図1】



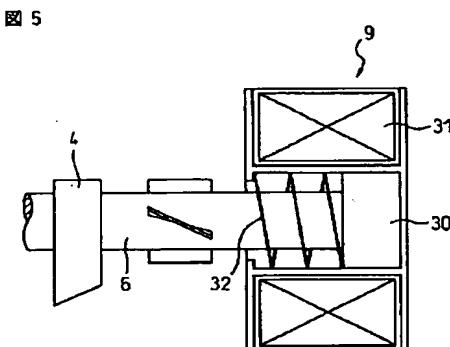
【図3】

【図2】



【図2】

【図5】



【図7】

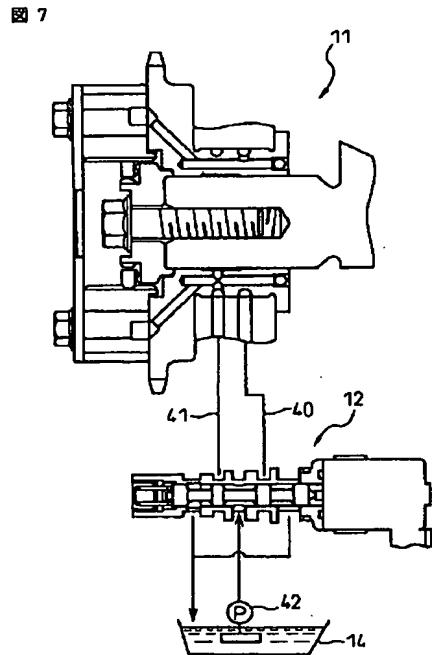
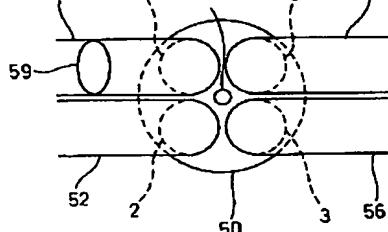
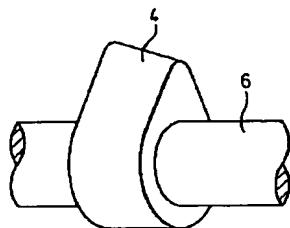
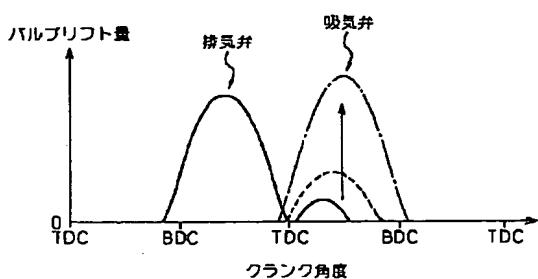


図4



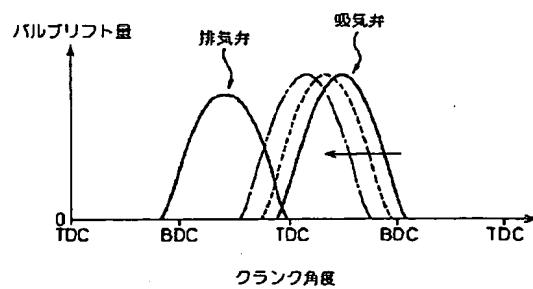
【図6】

図6



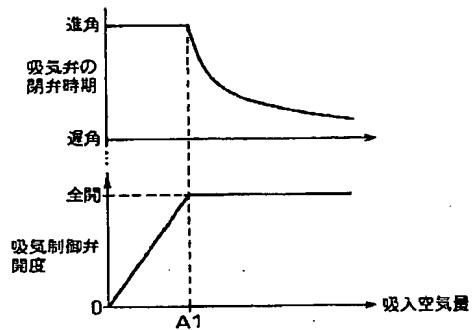
【図8】

図8



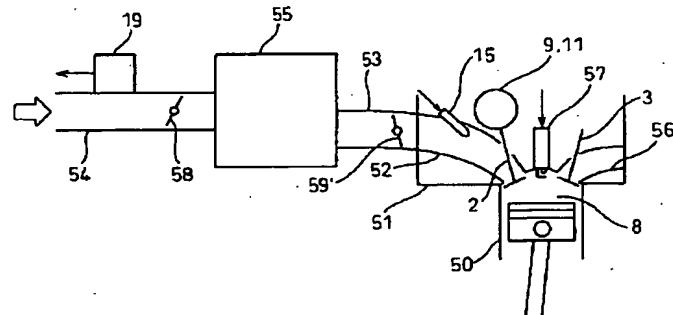
【図10】

図10



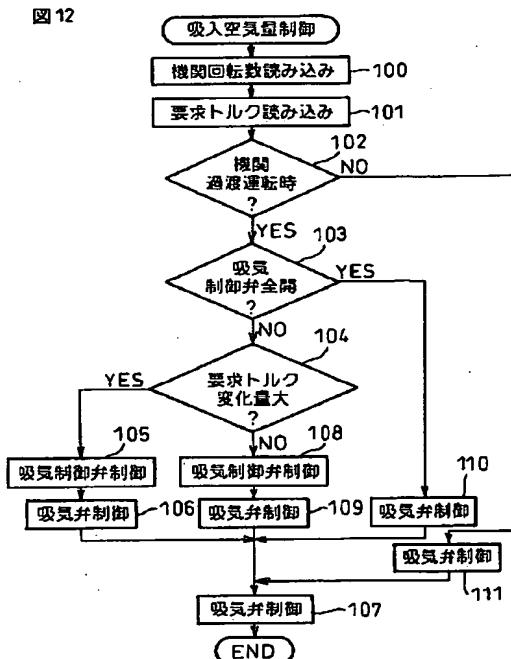
【図9】

図9



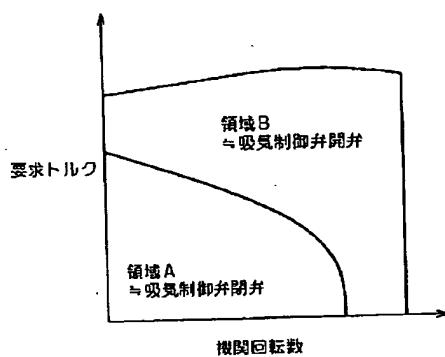
【図12】

図12



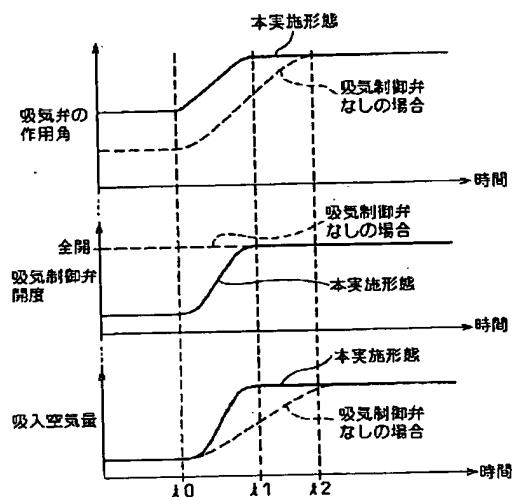
【図13】

図13



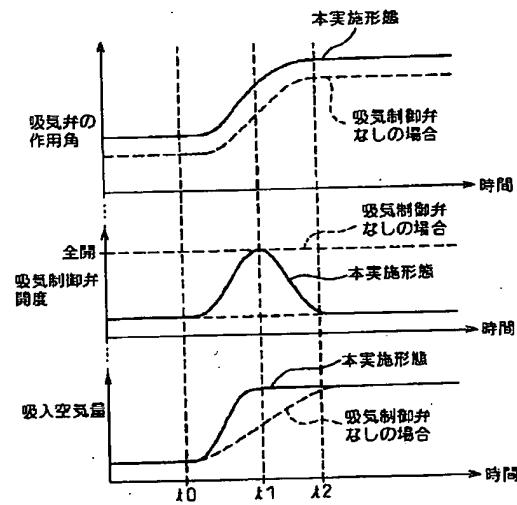
【図14】

図14

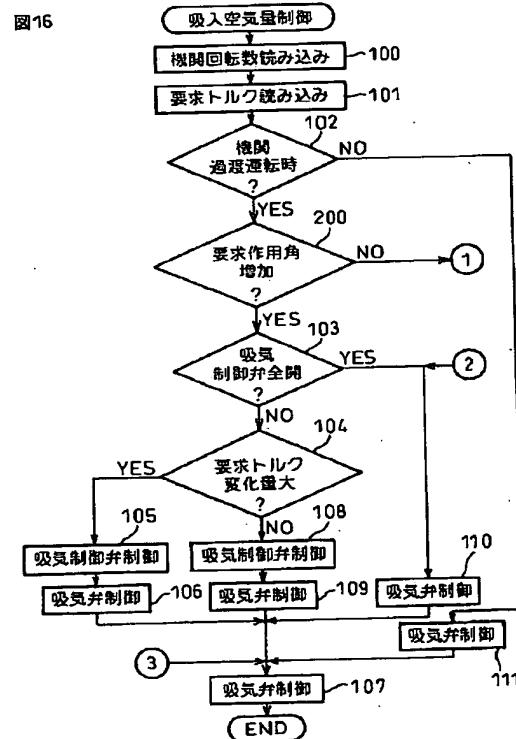


【図15】

図15

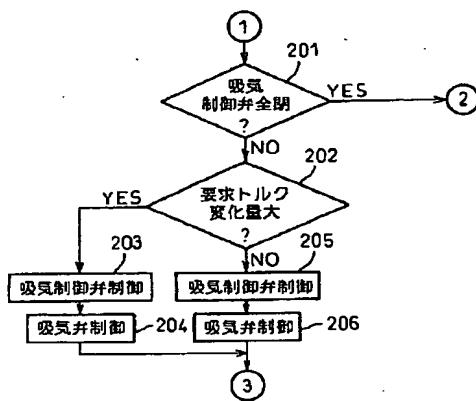


【図16】



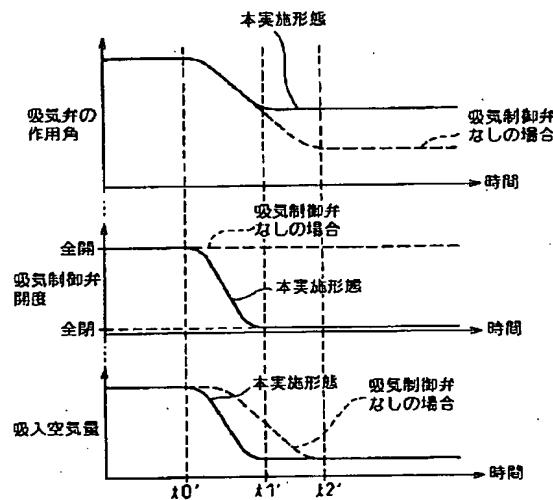
【図17】

図17

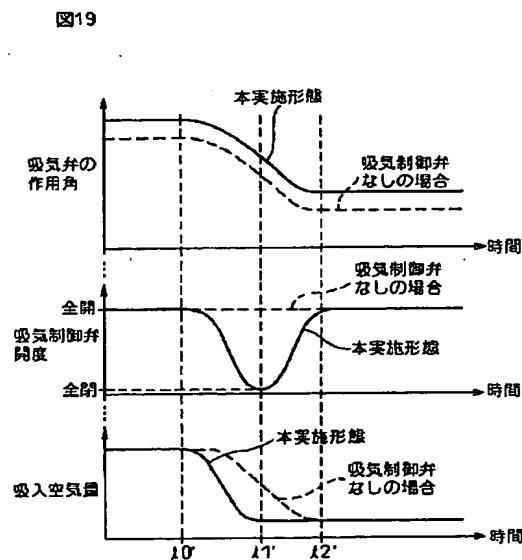


【図18】

図18

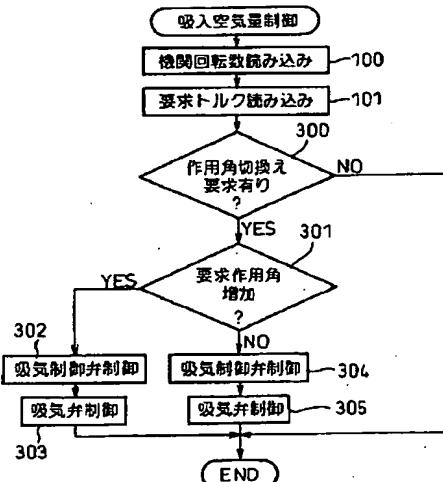


【図19】



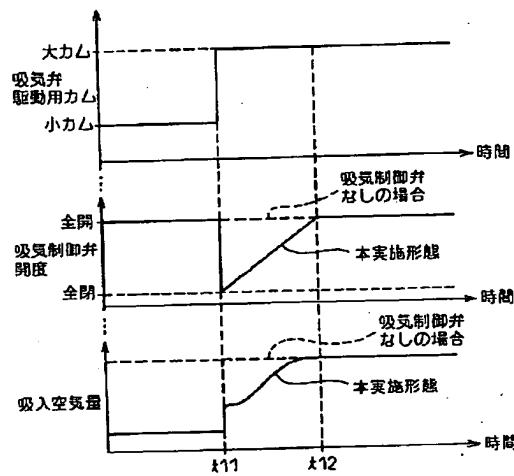
【図20】

図20



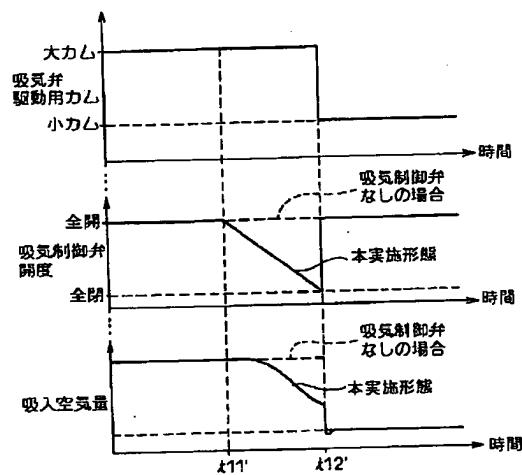
【図21】

図21



【図22】

図22



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

F 01 L 13/00
F 02 D 9/02

識別記号

3 0 1
3 1 5
3 5 1
3 6 1
41/02
41/04
43/00

F I

F 01 L 13/00
F 02 D 9/02

41/02
41/04
43/00

テーマコード*(参考)

3 0 1 Y
3 1 5 B
3 5 1 M
3 6 1 H
3 1 0 A
3 1 0 B
3 0 1 K
3 0 1 Z

F ターム(参考) 3G018 BA04 BA34 CA12 DA03 EA02
EA11 EA26 EA31 EA32 FA01
FA02 FA06 FA07 FA08 FA09
GA03 GA32
3G065 AA00 CA13 DA04 EA04 GA01
GA05 GA09 GA10 GA15 HA02
KA36
3G084 AA00 BA05 BA23 CA04 DA08
DA11 EA11 FA00 FA11 FA20
FA33
3G092 AA10 AA11 BA01 DA01 DA02
DA04 DC02 EA02 EA03 FA04
GA11 HA01Z HA05Z HA13Z
HE01Z HE08Z
3G301 HA17 HA19 JA02 JA04 JA07
JA12 KA11 LA02 LA03 LA07
NA08 NE06 NE11 PA01Z
PA07Z PE01Z PE08Z PE10Z